

# ANALISA PERAMBATAN RETAK AKIBAT BEBAN DINAMIS PADA WINGROST PESAWAT CN-235 (UJI AL-2024-T<sub>3</sub>)

Ir. Suzanna H, M.Si

## ABSTRAK

Pada hamper semua konstruksi pesawat terbang mengalami pembebanan dinamis. Akibat pembebanan dinamis ini konstruksi mengalami kerusakan karena tegangan yang ditimbulkan lebih besar dari batas lelah bahan (*endurance limit*)

Konstruksi yang mengalami pembebanan dinamis biasanya didesain dengan tegangan kerja yang lebih rendah dari tegangan batas lelah. Namun pada kondisi tertentu dapat direncanakan dengan tegangan kerja yang lebih besar dari batas lelah.

Untuk perencanaan konstruksi dengan tegangan kerja yang lebih besar dari tegangan batas lelah, perlu diketahui sampai berapa lama satu konstruksi dapat digunakan dengan aman. Faktor yang dipakai disini adalah factor perbandingan retak AK (*Intensitas tegangan*).

## PENDAHULUAN

### LATAR BELAKANG DAN PERMASALAHAN

Umumnya konstruksi termasuk bangunan mesin baik yang bersifat statis (diam) maupun yang bersifat dinamis (bergerak) dalam operasinya selalu mengalami beban dinamis, beban dinamis dapat ditimbulkan oleh factor yang sulit dihindari seperti tiupan angin, gelombang air laut, permukaan yang tidak rata dan sebagainya. Pembebanan dinamis ini menyebabkan kerusakan pada material. Kerusakan ini apabila terjadi pada konstruksi atau komponen pesawat terbang dapat menimbulkan terjadinya kecelakaan yang merugikan harta maupun jiwa manusia.

Kerusakan akibat beban dinamis ini lebih dipahami sebagai factor kelelahan material karena tegangan yang ditimbulkan oleh beban dinamis lebih besar dari tegangan batas lelah (*endurance limit*) material.

Untuk menghindari terjadinya kecelakaan yang tidak terdeteksi dan kerugian yang lebih besar, maka perlu diadakan konstruksi terhadap factor kelelahan tersebut.

Salah satu factor yang perlu diketahui dalam perencanaan adalah factor toleransi kerusakan yaitu karakteristik perambatan retak (*crack propagation*) dari material dasar maka dapat diketahui umur operasi yang aman untuk sebuah konstruksi.

### ANALISA PERAMBATAN RETAK

Karena hingga saat ini belum ditentukan persamaan yang akurat untuk menentukan karakteristik perambatan retak suatu material, maka perlu dilakukan penelitian dan pengujian.

Penelitian dilakukan dengan menguji specimen (benda uji) material yang akan digunakan dengan beban dinamis maka akan diketahui karakteristik perambatan retak yang digambarkan sebagai hubungan antara laju kecepatan perambatan retak ( $da/dn$ ) sebagai fungsi dari factor intensitas tegangan (AK)

Pengujian ini tidak hanya dilakukan pada material pesawat terbang tetapi juga pada perencanaan komponen atau konstruksi pada industry lainnya seperti otomotif, perkapalan dan sebagainya yang akan mengalami beban dinamis.

Dalam penelitian ini yang diuji hanya satu macam material saja yaitu panduan aluminium AL 2024-T<sub>3</sub> karena banyak dipergunakan yaitu rasio tegangan "R" dan arena terbatasnya benda uji, penelitian dengan pembebanan dinamis pada daerah tarik  $R=0,3$ ,  $R=0,5$  dan  $R=-0,5$  diameter dengan pelubangan sama.

## PENGUJIAN

### 1. Pengujian Kelelahan

Pengujian kelelahan (*fatigue*), merupakan pengujian utama dari beban dinamis melalui perambatan retak bahan, sedangkan umur lelah (*fatigue life*) adalah jumlah siklus putaran pembebanan yang mampu diterima atau ditahan oleh material sampai mengalami kerusakan.

Menurut teori Griffith (1921), retakan merupakan awal terjadinya kerusakan (patah), pada material baik ferrous (besi) maupun non ferrous (bukan besi), apabila energy elastic telah terlampaui atau telah melewati besarnya "energy dalam".

$$\frac{du}{da} = \frac{dw}{da}$$

Dimana : dw = energy elastic  
 du = energy dalam  
 da = plat

Sedangkan

$$\frac{dw}{da} = \frac{\pi\sigma^2 a}{E}$$

Dimana :  $\sigma$  = laju penurunan energy elastic  
 a = plat dengan tarik merata  
 E = modulus elastisitas

*Crack Resistance* adalah sifat tahanan material terhadap retakan disebut dengan factor ketahanan (Kc). Merupakan karakteristik material

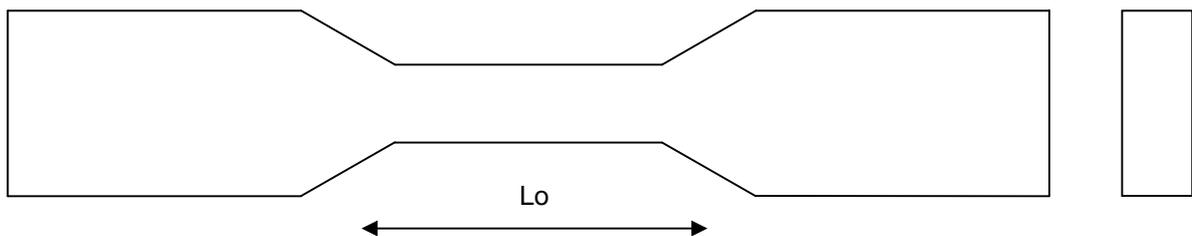
dengan ketebalan tertentu yang dapat diketahui melalui pengujian.

Tegangan kritis (Tc), tegangan yang menyebabkan terjadinya kerusakan (patah).

Panjang retakan kritis (ac), adalah panjang retakan maksimum yang dapat ditahan oleh material sebelum mengalami kerusakan.

## 2. Pengujian Statis

Pengujian statis dipergunakan sebagai pengujian pendahuluan sebelum pengujian dinamis, untuk menentukan besarnya beban. Dari pengujian statis akan juga dapat karakteristik mekanis material antara lain tegangan max (ultimate stress), tegangan leleh (yield stress), pertumbuhan panjang (AL) dan sebagainya. Standar pengujian statis sesuai dengan Jis 2201 seperti gambar berikut:



$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\%$$

dimana  $\epsilon$  = regangan

$\Delta L$  = pertambahan panjang  
 Lo = panjang awal

$$\sigma_u = \frac{P_u}{A_0}$$

dimana  $\sigma_u$  = tegangan max (ultimate)

Pu = Beban ultimate  
 Ao = Luas awal

## 3. Pengujian Dinamis (Perambatan retak)

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan karakteristik perambatan retak dari pembebanan dinamis. Pengujian dilakukan terhadap beberapa parameter :

- Perbandingan tegangan
- Tegangan maksimal
- Ketebalan material

Dari pengujian tersebut diatas kita dapat mengetahui :

- Pengaruh dari perbandingan tegangan (R)
- Pengaruh tegangan maximum
- Pengaruh ketebalan material terhadap karakteristik perambatan retak

## METODE PENGUJIAN

Pengujian dilakukan dengan mesin uji perambatan retak (antara lain mesin

SURVOPULSER kapasitas 10 Ton).

Benda uji diberi pembebanan dengan amplitude konstan, dari hasil pengujian dapat dibuat sebuah perbandingan (juga dapat dibuat grafik) antara ketebalan (a) dan silelut pembebanan (N), maka akan didapat laju perambatan retak  $da/dN$  dengan factor intensitas tegangan ( $\Delta K$ ). Pengamatan retakan dilakukan dengan menggunakan mikroskop dengan pembesaran hingga 50x dan ketelitian 0,01mm.

## HASIL PENGUJIAN

1. Dari pengujian terhadap specimen AL 2024-T<sub>3</sub> maksimum getaran yang masih sanggup diterima setelah mengalami keretakan adalah 31000 cycle pada R=0,5. Namun yang akan disarankan untuk diambil adalah nilai aman yaitu < 20.000 cycle dengan frekuensi 15Hz.
2. Perambatan retak akan sangat cepat terjadi setelah melakukan batas getar 20.000 cycle.
3. Tegangan maksimum yang dapat ditahan oleh benda uji < dari 17.000 N.
4. Bahwa jika pesawat menggunakan material AL 2024, kemungkinan patah akan lebih cepat terjadi pada getaran diatas 10.000 cycle.

## ANALISA HASIL PENGUJIAN

1. Bahwa material dipergunakan tidak pada kondisi yang sama, maka pengujian sebaiknya diambil pada

kondisi yang paling kritis (paling bermasalah) dalam menerima pembebanan dinamis, antara lain bagian sayap pesawat.

2. Pada pembebanan statis, material dapat menahan beban statis hingga 3x lebih besar dari pembebanan dinamis.
3. Jika pada bagian-bagian yang diyakini akan terjadi indikasi ada retakan awal (misalnya ada lubang, ada baut/paku keeling). Maka pada daerah tersebut diberi toleransi yang cukup.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Davidson, PI. "Fatigue Crack Growth Threshhold Concepts", 1984
2. Chank James B. "Fatigue Crack Growth Data Correlation Studies", 1982
3. Jis Handbook "Ferrons Material and Metallurgy" Tokyo 1984
4. Julie A. Bannatie. "Fundamentals of material Fatigue Analisis", New Jersey 1976
5. Griffith AA. "Phenomena of Repture and Flow Stress", Phil Trans, Roy London 1921
6. George E. Dieter. "Metallurgy Mechanics", Sriati Japri 1988